Ein Verlagsbeihefter der Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG



Embedded Systems

Betriebssysteme und Entwicklungsumgebungen

Veranstaltungen

19. September, Berlin
CeBIT-Fraunhofer-IuK-InnoVisions-Days „Embedded Systems“
www.ieb.net/innovisions/

11.-14. November, München
Electronica
www.electronica.de

18.-19. November, Hamburg
6th escar conference
Embedded Security in cars
www.escar.info/

iX extra Embedded Systems zum Nachschlagen:
www.heise.de/ix/extra/embedded.shtml

sponsored by:



Eingebettet

Annäherung: IT und Embedded Systems

Embedded-Computer steuern Industrieanlagen, Flugzeuge, Autos, Spielekonsolen, Handys, medizinische Geräte und anderes mehr. Entsprechend differenziert ist der Markt für die passenden Betriebssysteme.

Computer in der klassischen IT können wechselnde Funktionen ausführen. Im Gegensatz dazu sind Embedded Systems spezialisiert und konzentrieren sich auf eine einzige Aufgabe, steuern etwa technische Anlagen oder Digitalkameras.

Früher galt: Informationstechnik (IT) ist das eine, Embedded das andere. Neue technische Entwicklungen in Hard- und Software lösen die Grenzen zwischen klassischer Datenverarbeitung und Embedded Systems auf. Nun betreten die Winz-Systeme die IT-Domäne – mit leistungsfähigen Mikroprozessoren und Hardware-Bausteinen, die einen universellen Einsatz ermöglichen. Als Beispiele seien logische Schaltungen genannt wie FPGAs (Field Programmable Gate Array) und PLD (Programmable Logic Device), die eine freie Programmierung von Bausteinen zulassen. Dass mobile Geräte vermehrt IT-Anwendungen ausführen, ist ein dritter Punkt, in dem sich der Embedded-Bereich und die klassische IT annähern.

Als die Zielmärkte für Hersteller von Embedded-Systemen gelten die Automobil-, Luftfahrt- und Elektroindustrie, Verteidigung, Maschinenbau, Medizintechnik, Telekommunikation sowie Unterhaltung. Jeder Bereich fordert eigene Hard- und Software – ein Grund für die Unübersichtlichkeit des Markts.

In dem breit gestreuten Umfeld haben die Betriebssystemhersteller zwei Möglichkeiten: Entweder sie spezialisieren oder wenden sich an einen weiteren Einsatzbereich, was eine Anpassung an die verwendeten Prozessoren sowie des Echtzeitverhaltens, Zertifizierungen und die Einhaltung von Branchenstandards erfordert. Auf solche Generalisten bezieht sich die Marktübersicht – ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

In vielen Applikationen müssen Embedded-Systeme in Echtzeit reagieren. In einem festgelegen Zeitraum, vorhersagbar und immer wieder gleich. Ein Airbag im Auto muss sofort aufgehen, eine Maschine im Fehlerfall unverzüglich stoppen, Ton und Bild eines Videos dürfen keine Aussetzer haben und müssen synchron bleiben. Das Topthema ist daher die Echtzeitfähigkeit. Dass die unterschiedlichen Reaktionszeiten unter anderem mit der Architektur des Betriebssystems zusammenhängen, sei es ein Mikrokernel oder eine monolithische Struktur, beschreibt der Kasten „Embedded-Betriebssysteme“. Weitere relevante Kriterien sind Multitasking-Fähigkeit, Unterstützung von Multi-Cores und -prozessoren sowie der Speicherbedarf.

Hintergrund: Embedded-Betriebssysteme

Entwicklern von Embedded-Systemen stehen Betriebssysteme mit zwei Grundkonzepten zur Verfügung. In beiden geht es darum, dass sich mehrere Tasks die Rechenzeit der CPU teilen.

Da sind zum einen die in der IT weitverbreiteten Time-Sharing-Systeme. Herz ist ein kleiner Zeitgeber, der eine Zeitscheibe erzeugt, in der ein Task über die Ressourcen verfügen darf. Wenn die Zeit abgelaufen ist, schaltet der Scheduler zur nächsten Task weiter.

Neue Time-Sharing-Betriebssysteme, dazu gehören die aktuellen Windows- und Linux-Versionen sowie die klassischen Unix-Systeme, arbeiten mit Prioritäten, die die Reaktion auf äußere Einflüsse verbessern. Wichtige Prozesse erhalten mehr Rechenzeit oder rücken in der Liste der Tasks weiter nach oben.

Aber das Umschalten zwischen den Tasks belegt wichtige Ressourcen wie CPU-Leistung und Speicher, die in eingebetteten Systemen immer knapp sind. Ausgleichen lässt sich das durch mehr Rechenleistung, leistungsfähigere Hardware oder weniger Umschaltungen zwischen den Tasks. Letzteres führt zwingend zu längeren Reaktionszeiten.

Letztlich können Zeitscheiben-Systeme nicht in einer vorausberechenbaren Zeit reagieren, denn selbst Tasks mit hoher Priorität kommen erst an die Reihe, wenn der Vorgängerprozess seine Zeit verbraucht hat – nicht akzeptabel für Systeme in der Maschinen- oder Motorsteuerung, die unverzüglich reagieren müssen, wenn es beispielsweise zu überhöhten Drehzahlen kommt.

Kurze Reaktionszeiten und zeitlich definierte Reaktionen sind Merkmale der Realtime-Betriebssysteme (RTOS). Bei ihnen hat der Zeitgeber eine Nebenrolle, die Leitung übernimmt die Ereignissteuerung, beruhend auf Hard- und Software-Interrupts. Die CPU arbeitet die Tasks nicht mehr innerhalb von Zeitscheiben, sondern im Unterschied zu Time-Sharing-Systemen ausschließlich nach Prioritäten und Ereignissen ab.

Den Anstoß zur Verarbeitung des Tasks liefert das zu ihm gehörende Ereignis. Wenn etwa die Bremse im Auto blockiert, muss das System sofort und berechenbar immer gleich in einer definierten Zeit reagieren und darf nicht warten, bis der Vorgängerprozess fertig ist.

Für den Prozess mit der höchsten Priorität lässt sich der Zeitpunkt berechnen, an dem das System auf das Ereignis reagiert. In der Worst-Case-Rechnung sind mindestens zwei Faktoren relevant: Die Umschaltzeit zwischen den Tasks und die Anzahl der Takte, die der Prozessor benötigt, bis er reagiert hat. Beide Werte lassen sich durch die Hardwareausstattung beeinflussen.

Echtzeitsysteme sind bestrebt, die Umschaltzeit zwischen den Tasks kurz zu halten. Ein Mikrokernel eignet sich dafür gut, da er mit 5 bis 100 KByte recht klein ist. Er enthält nur die primären Funktionen, darunter einen ereignisgesteuerten Scheduler, eine Ressourcenverwaltung und ein Nachrichtensystem zur Kommunikation der Tasks untereinander. Alle nicht dringend benötigten Funktionen und Treiber lagern in externen Modulen. Im Unterschied zu Unix laden Echtzeitsysteme Module nicht zum Kernel hinzu, sondern führen sie wie Programme gekapselt aus.

Softwareentwickler benötigen Werkzeuge, mit denen sie das Echtzeitverhalten beobachten können. So darf sich die Nutzung von Ressourcen wie I/O- Ports, Netzwerk oder Speicher nicht überlappen. Ob die Betriebsmittel überhaupt frei sind, signalisiert das Echtzeitbetriebssystem mit Semaphoren, mit deren Hilfe der Scheduler entscheidet, ob ein Prozess lauffähig ist.

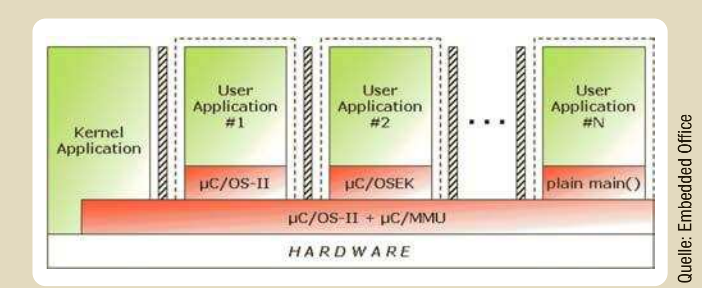
Viele Entwicklungswerkzeuge unterstützen die Untersuchung von Nachrichten, mit denen die Prozesse verknüpft sind. Statistische Werkzeuge und Worst-Case-Tools liefern einen Überblick des zeitlichen Verlaufs.

(Axel Urbanski)

Zu den relevanten CPU-Architekturen im Embedded-Bereich gehören:

– ARM: 32-Bit; Einsatz wegen der geringen Leistungsaufnahme in Handys, PDAs, Routern,
– MCS-51: 8-Bit, darunter 8051; Einsatz in Kleingeräten, Haushaltsgeräten, läuft oft ohne Betriebssystem,
– Mips: 64 Bit; Einsatz in Routern, Navigationsgeräten, Spielekonsolen,
– PowerPC; 32 und 64 Bit; Einsatz in Spielekonsolen; Industriesteuerung,
– XScale; 32 Bit; Einsatz in PDAs, tragbaren DVDs,
– x86; 16 bis 64 Bit; Einsatz in Routern, Maschinensteuerung,
– 68k/Coldfire; 8 bis 32 Bit; Einsatz in der klassischen Industriesteuerung.

Hersteller haben oft Versionen für mehrere CPU-Architekturen und Branchen im Programm. Wer die Automobilbranche beliefern will, muss Produkte vorweisen können, die konform zu OSEK (Offene Systeme und deren Schnittstellen für die Elektronik im Kraftfahrzeug) sind. Die auf 8 bis 32 Bit ausgelegte Spezifikation gilt seit 1997, entwickelt hat sie das 1993 gegründete deutsch-französische Standardisierungs-Gremium OSEK/VDX (www.osek-vdx.org). Als Besonderheit teilt sie der Applikation alle Betriebsmittel bei der Konfiguration des Systems statisch zu.



Hardwarebasierter Speicherschutz: MMU-Erweiterungen ermöglichen die sichere Ausführung mehrerer Applikationen auf einer Zielplattform (Abb. 1).

OSEK-konforme Betriebssystemvarianten bieten unter anderem die Unternehmen Embedded Office und Euros Embedded Systems. Für die Automobilindustrie gibt es noch Autosar (Automotive Open System Architecture) (www.autosar.org), einen internationalen Verbund führender Automobilhersteller, Zulieferer und Softwarehäuser, der Standards für Elektronikarchitekturen eingebetteter Systeme in Automobilen entwickelt. Die erste Konferenz soll im Oktober 2008 in Detroit stattfinden. Fahrzeuge mit Autosar-Elementen hat der Verbund noch für dieses Jahr angekündigt. Zertifizierung

verlangen ebenso Branchen wie die Medizintechnik oder die Luftfahrtindustrie, besonders, wenn es um Sicherheit geht.

Viele Hersteller orientieren sich an den Bedürfnissen der Zielmärkte: Das kalifornische Unternehmen Wind River stellt mit dem Echtzeitbetriebssystem VxWorks Entwicklungsumgebung und Software-Komponenten zu branchenspezifischen Plattformen zusammen.

Wind River wurde 1981 gegründet, eine Deutsche Vertretung gibt es seit 1991 in München. Überhaupt dominieren „alte Hasen“, darunter QNX Software Systems, Lynx-Works und Siemens, alle seit über 20 Jahren am Markt. Einige Beispiele: RMOS3 von Siemens reagiert „hart“ echtzeitfähig, das heißt, es kann auf erwartete und unerwartete Ereignisse innerhalb weniger Mikrosekunden reagieren. Finden kann man es in Industrie-PCs, im Maschinenbau, bei der Steuerung und Messdatenerfassung. In seinen Industrie-PCs verwendet Siemens vielfach Microsofts Embedded-Betriebssysteme.

QNX Software Systems aus Kanada bietet mit Neutrino ein Embedded-Betriebssystem für die industrielle Automatisierung, Medizintechnik, Robotersteuerung und Automotive – es steuert aber nicht die Innereien des Fahrzeugs wie Motor oder Bremse, sondern überwacht Klima- und Freisprechanlage. Neutrino läuft auf 32-Bit-CPUs wie x86er, Mips, PowerPC und

BETRIEBSSYSTEME FÜR EMBEDDED SYSTEMS

Die folgende Übersicht hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Hersteller	Betriebssystem	Einsatzbereiche	Website
Embedded Office	µC/OS-II	Automotive, Luft- und Raumfahrt	www.embedded-office.de
Enea	OSE, OSEck, Epsilon	Automotive, Telekommunikation, Industriesteuerung, Medizintechnik	www.enea.de
Euros – Embedded Systems GmbH	Euros	Automotive, Medizintechnik, Messtechnik, Automatisierungs- und Verkehrstechnik, Robotik	www.euros-embedded.com
Express Logic GMBH	Thread X	Elektrotechnik, Motorsteuerung, Drucker (HP), Consumer-Electronics	www.expresslogic.de, www.rtos.com
Greenhills Software GmbH	Integrity, velOSity	Automotive, Luftfahrt, Industriesteuerung, Medizintechnik	www.ghs.com
IEP GmbH	RTOS-UH	Automatisierung, Maschinensteuerung	www.iep.de
LynuxWorks	LynxOS 5.0, LynxOS-178, LynxOS-SE RTOS, Blue Cat Linux	Luft- und Raumfahrt, Militär, Medizintechnik, Industriesteuerung, Telekommunikation, Consumer-Electronics	www.lynuxworks.com
Mentor Graphics Deutschland GmbH	Nucleus	Automotive, Consumer-Electronics, mobile Geräte	www.mentor.com/germany
Micro Digital; Distributor: Embedded Tools	SMX	Medizintechnik, Consumer-Electronics, Drucker	www.smxrtos.com, www.embedded-tools.de
Microsoft	Windows Embedded Standard	Spielautomaten, Kassen, Thin Clients, Consumer-Electronics, Drucker	www.microsoft.com/windows embedded
Microsoft	Windows Embedded Compact	Industriesteuerung, mobile Geräte, Consumer-Electronics	www.microsoft.com/windows embedded
Miray Software	Symobi	mobile Geräte, Consumer-Electronics, Bildverarbeitung, Automotive, Industriesteuerung, Point-of-Sale	www.miray.de, www.symobi.com
Montavista	Mobilinux	mobile Geräte: GPS, Medizin	www.mvista.com, www.mobilinux.com
On Time Real-Time and System Software	RTOS-32	Industrieautomation	www.on-time.com
QNX Software Systems GmbH & Co. K. G.	Neutrino	Automotive, Industriesteuerung, Medizintechnik, Robotersteuerung	www.qnx.com/company/ germany
Radisys	Microware OS-9	Telekommunikation, Medizintechnik, mobile Geräte	www.radisys.com/germany
Segger Microcontroller GmbH & Co. KG	emBOS	Automotive, Industrieautomation, Telekom, Consumer-Electronics	www.segger.com
Siemens	RMOS3	Industrie-PCs, Maschinenbau, Industriesteuerung, Messdatenerfassung	www.siemens.de/rmos3
Sysgo AG	PikeOS, ElinOS (Embedded Linux Distribution)	Automotive, Luftfahrt und Verteidigung, Medizintechnik, Industriesteuerung, Netzwerk Infrastruktur, Consumer-Electronics	www.sysgo.com
TTTech Computertechnik AG	TTP-OS	Aerospace, Motorenbauer (Off Highway) Industrie- und Automatisierung	www.tttech.com
Wind River Systems	VxWorks, Wind Rivers Linux	Automotive, Consumer-Electronics, Industriesteuerung, Netzwerk-Geräte	www.windriver.com/de

ARMs xScale. Der Speicherbedarf für das Betriebssystem liegt zwischen 1 und 8 MByte , die Applikation darf zwischen 4 KByte und 4 GByte groß sein. Den Speicher verwaltet Neutrino über die Memory Management Unit (MMU). Sie schirmt Treiber und Applikationen voneinander ab, sodass ein einzelner hängender Treiber nicht die komplette Anwendung lahmlegen kann.

Der Kick: Open Source

Einem übergreifenden Trend folgen viele der Marktführer: Open Source. Spätestens seit der Entstehung seiner Real-Time-Erweiterung spielt Linux in der Embedded-Liga. Mit dem Einzug von Eclipse greift der Trend auch auf den Bereich der Entwicklungswerkzeuge über (siehe Artikel „Schön Cross“ S. VI). Marktführer sehen darin keine Konkurrenz, sondern integrieren Open-Source-Konzepte in ihre Produktstrategie.

Mit Wind River Linux geht Wind River Systems neben dem bereits erwähnten RTOS VxWorks in Richtung Open Source. Nach Unternehmensangaben wächst die Nachfrage nach beiden Systemen, zumal die Produkte unterschiedliche Bereiche ansprechen: VxWorks benötigt weniger Speicher als Linux. Daher eignet es sich besser für kleine Systeme. Der Kernel kommt mit 80 KByte aus, das komplette System beansprucht zwischen 800 KByte und 1 MByte.

Mit Linux will das Unternehmen seinen Kunden Support bieten – ein Thema, das durch den hohen Integrationsaufwand im Bereich Embedded verstärkt in den Fokus der Kunden rückt. Einige Unternehmen zögern allerdings mit der Freigabe ihrer mühsam entwickelten Spezialtreiber im Open-Source-Stil.

Da sich Linux in Bezug auf die Echtzeitfähigkeit um den Faktor 10 bis 100 langsamer verhält als VxWorks – je nach genutzter Hardware – lässt Wind River den Linux-Kernel mit einem zusätzlichen zweiten Kernel kooperieren, einem Real-Time-Core, der in dem Moment die Kontrolle übernimmt, wenn das System in Echtzeit reagieren muss. Danach ergreift der Linux-Kernel wieder das Ruder.

Mehrere Anbieter haben Linux in ihr Portfolio aufgenommen, darunter LynuxWorks mit der „Blue Cat Linux Micro Edition“ ein Linux-basiertes Betriebssystem für Xilinx-FPGAs mit PowerPC- und MicroBlaze-Prozessoren.

Microsoft: Shared-Source-Lizenz

Microsoft, mit Embedded-Versionen für Windows CE und XP seit Jahren unterwegs, hat 2004 Teile des Quellcodes unter der Shared-Source-Lizenz geöffnet. Komponenten aber, die zur Desktop-Variante des Betriebssystems gehören, geben die Redmonder nicht frei.

Aktuell hat Microsoft sein Portfolio neu sortiert:
– Windows Embedded Standard (bislang Windows XP Embedded, basiert auf dem XP-Kernel; x86-Prozessoren) und
– Windows Embedded Compact (bislang als Windows Embedded CE bekannt, eigener Kernel; MIPS, ARM, SuperH-Prozessoren).

Windows Embedded Standard findet sich in Spielautomaten, Kassen, Thin Clients, Car-PCs, Digitalkameras oder Multifunktionsdruckern in Netzwerken. Als Ziel nennt Microsoft die Integration der eingebetteten Geräte in die Unternehmensinfrastruktur. Kürzlich hat Microsoft mit „Windows Embedded NavReady 2009“ ein Betriebssystem für Hersteller von mobilen Navigationsgeräten herausgebracht, das auf Embedded Compact (Ex-CE) basiert.

Offener Quellcode hat den Vorteil, dass die Embedded-Entwickler, die naturgemäß sehr hardwarenah programmieren, Einblick in Funktion und Arbeitsweise der Software bekommen. Eine Veränderung des Codes steht dabei nach Aussagen der Hersteller bei den Kunden gar nicht im Vordergrund.

Im Jahre 2007 hat ebenfalls QNX Software Systems aus Kanada, hierzulande in Hannover ansässig, den Sourcecode des Mikrokernels ihres RTOS Neutrino geöffnet. QNX erlaubt zwar die Modifikation des Sourcecodes, verpflichtet seine Kunden aber nicht dazu, sie offenzulegen. Die Lizenz orientiert sich am Modell von Apache. Wer den Code mit Geräten vertreiben will, muss für jedes Lizenzgebühren an QNX entrichten. Verhindern will das Unternehmen mit diesem Hybrid-Softwaremodell, dass Open Source ein unkontrollierbares Eigenleben entwickelt. Die Kunden sollen die Vorteile eines offengelegten Quellcodes genießen, sich aber gleichzeitig auf den Support von QNX stützen können.

Für den nicht kommerziellen Einsatz steht das System kostenlos bereit. Apropos kostenlos: Zahlreiche Hersteller bieten ihre Systeme zum Test oder für den nicht kommerziellen Einsatz als freien Download zur an.

Fazit

Embedded-Betriebssysteme sind vielfältig und abhängig von den Einsatzbereichen. Der Einzug von Linux hat zu Koexistenzen geführt. Weit oben auf der Liste der Zukunftsthemen stehen Virtualisierung per Hypervisor, der mehrere aktive Betriebssysteme parallel unter seinen Fittichen halten kann. Ansätze gibt es unter anderem bei LynuxWorks.

Den Energiebedarf verringern will Miray Software aus München mit dem vor zwei Jahren vorgestellten Symobi (System für mobile Anwendungen), das nach Herstellerangaben auf aktuellen Multi-Core-Systemen mit bis zu 32 Prozessoren bei gleichbleibendem Stromverbrauch läuft.

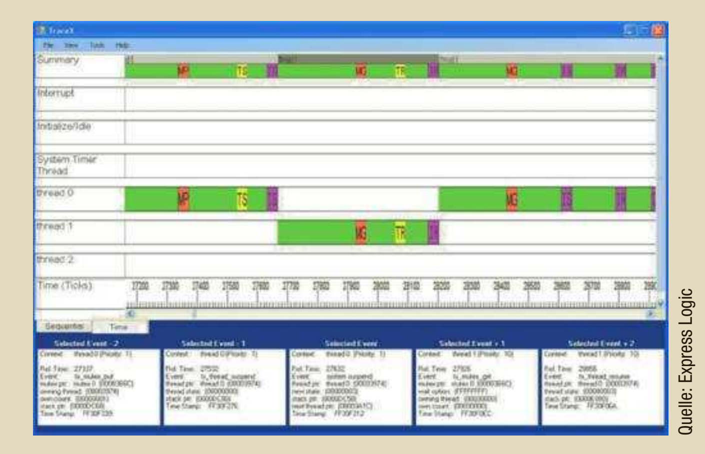
Immer stärker in das Blickfeld schieben sich Zuverlässigkeit und Sicherheit (Safety und Security): Wenn überall eingebettete Hard- und Software „drin“ ist, müssen Hersteller dafür sorgen, dass Software und Daten „drin“bleiben, und niemand sie einfach unbefugt von außen verändern oder kopiert kann. *(rh)*

Barbara Lange
ist IT-Journalistin und Inhaberin des Redaktionsbüros kurz&einfach in Lengede.

Schön Cross

Echtzeitverhalten beobachten – Entwicklungszyklen verkürzen

Um Embedded-Systeme aus ihrem Schlaf zu wecken, brauchen Ingenieure nicht nur das passende Betriebssystem zur Hardware, sondern vor allem eine geeignete Entwicklungsumgebung, denn selten gibt es Anwendungen von der Stange.



TraceX ermöglicht eine grafisch unterstützte Sicht auf Echtzeitsystemereignisse (Abb. 1).

Im Unterschied zur klassischen IT entstehen eingebettete Applikationen nicht auf den Zielsystemen, sondern auf Entwicklungsplattformen mit Cross-Compilern. Sie laufen meist auf einem PC und erzeugen Programme für die gewünschte Zielplattform. Das Spektrum der Entwicklungsumgebungen ist groß: von solchen für 8-Bit-Controller-Systemen, die gar kein Betriebssystem nutzen, bis zu Hilfsmitteln, die den Quellcode automatisch generieren. Besonders Kunden mit kleinen Anwendungen und knappen Budgets wollen kein Modeling-Tool; ihnen genügt die direkte Programmierung im Editor ihrer Wahl.

Bei der Entwicklung komplexerer Systeme verkürzen professionelle Werkzeuge den Entwicklungsprozess. Außerdem reduzieren Optimierer den Speicherbedarf und nutzen die Leistung der CPU besser aus.

Lange Entwicklungszyklen stellen ein Hemmnis dar, das es zu überwinden gilt (siehe Kasten „Bitkom: Studie in Arbeit“). Es gelten mehrere Anforderungen: Zum einen stehen Unternehmen vor der Aufgabe, ihre Produkte schnell auf den Markt zu bringen. Zweitens wachsen die Ansprüche der Kunden an Qualität und Sicherheit. Die Systeme sollen wiederverwendbar und plattformunabhängig einsetzbar sein. Außerdem verlangen viele Branchen spezielle Zertifizierungen, etwa die Luftfahrt- und Automobilindustrie, das Militär sowie die Medizintechnik. Alles zusammen erhöht den Druck auf die Entwicklung von Embedded-Systemen.

Zu den Anbietern von Compilern und Entwicklungsumgebungen gehören neben denen aus der Open-Source-Welt Hersteller von Embedded-Betriebssystemen, von Chips wie Freescale oder ARM und Anbieter, deren Produkte mehrere Betriebssysteme abdecken. Das Übergewicht in der Marktübersicht bilden die Hersteller von Betriebssystemen.

Eine grafische Darstellung von Prozessen, Speicherauslastung und Echtzeitverhalten unterstützt die Applikationsentwicklung. Viele Hersteller bieten grafische Tools, Euros Embedded Systems etwa seine Stand-alone-Cross-Entwicklungsumgebung EuroSkit, die verschiedene Werkzeuge verbindet, Programme in das Zielsystem lädt und ausführt. Physikalisch verbunden sind Desktop und Zielsystem unter anderem über eine serielle Schnittstelle, CAN-Bus, JTAG (Joint Test Action Group) oder OCDS (On Chip Debug System).

Hinzu kommt ein Werkzeug zur Programmanalyse, das C-Programme liest und in Modelle umsetzt. Anschließend soll es nachweisen können, dass im Programm keine logischen Fehler vorkommen.

Auf die Visualisierung des Echtzeitverhaltens setzt TraceX, ein Werkzeug für Entwickler von ExpressLogic für das Betriebssystem ThreadX. Die grafische Sicht auf das Echtzeitsystem soll die Ingenieure bei der Suche nach unerwartetem Systemverhalten unterstützen, zum Beispiel, wenn zwei Threads auf eine Ressource zugreifen wollen und gegenseitig auf ihre Ergebnisse warten, was zu einem klassischen Deadlock führen würde.

Weitere Kriterien für Embedded-Entwicklungsumgebungen sind die Fähigkeit zum Remote Debugging, die Art der Arbeitsoberfläche (befehlsorientiert und/oder grafisch) und das Gestaltenkönnen benutzerfreundlicher grafischer Oberflächen.

Microsoft unterstützt mit Visual Studio Embedded-Systeme. Andere Hersteller setzen auf verfügbare C/C++-Compiler von Dritten, vor allem auf GNU. Beispiele hierfür sind die Umgebung Symobi von Miray Software, die sowohl Visual Studio als auch den GNU C++-Compiler nutzt. Siemens setzt auf RMOS3-GNU, in dem GNU-Tools sowie die Entwicklungsumgebung Eclipse integriert sind.

Die Verbreitung von Eclipse fördert den Trend zu Open Source und modellbasierter Softwareentwicklung für Embedded-Systeme. Zu den Mitgliedern in der Eclipse-Foundation zählen Hersteller von Embedded-Betriebssystemen wie

Bitkom: Studie in Arbeit

Zunehmend interessiert sich die IT-Branche für den Markt der eingebetteten Systeme. Derzeit arbeitet Bitkom an einer Studie, die den Embedded-Markt in Deutschland untersucht. Gemeinsam mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie will der Verband die Ergebnisse im Herbst vorstellen. Herausbekommen wollen die Auguren die Verteilung der Umsätze der Unternehmen auf die einzelnen Branchen sowie Anwendungsbereiche und mit welchen Herausforderungen die jeweiligen Bereiche derzeit beschäftigt sind. Zurzeit zeichnet sich ein Trend zu komplexeren Projekten ab, da der Funktionsumfang anwächst. Gleichzeitig sind die Entwicklungszyklen der Produkte zu lang.

Bereits auf der diesjährigen Hannovermesse hatte der IT-Branchenverband betont, dass der Embedded-Markt für den Standort Deutschland an Bedeutung gewinnt – es war wohl das erste Mal, dass Bitkom auf der Industriemesse zu finden war. Als Besonderheit des Marktes gilt der Umstand, dass viele der mit eingebetteten Systemen Beschäftigten nicht dem klassischen IT-Bereich zuzuordnen sind, sondern anderen Branchen, etwa der Automobil- oder Haushaltsgeräteindustrie.

ENTWICKLUNGSUMGEBUNGEN FÜR EMBEDDED SYSTEMS (TEIL 1)

Die folgende Übersicht hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Hersteller	Entwicklungsumgebung	Entwicklungsplattform	Betriebssystem (Zielplattform)	Website
Eclipse Foundation	Eclipse Framework	Windows, Linux	zahlreiche Embedded-OS	www.eclipse.org
Enea	Optima (Eclipse-basiert)	Linux, Windows, Solaris	OSE, OSEck, Epsilon	www.enea.de
Enea	OSE Illuminator (Debugger)	Windows 2000/NT, Solaris	OSE, OSEck, Epsilon	www.enea.de
Euros – Embedded Systems GmbH	EuroSkit, EuroScope, (Debugger)	Windows 9x/NT/2000/XP	Euros	www.euros-embedded.com
Express Logic	TraceX	Windows XP/Vista	Thread X	www.expresslogic.de, www.rtos.com
Express Logic	BenchX (Eclipse-basiert, integriert GNU-Entwicklungstools)	Windows XP/Vista	Thread X etc.	www.expresslogic.de, www.rtos.com
GNU-Projekt	GNU C-Compiler	Unix, Windows	µC/OS-II, Symobi, RTEMS etc.	gcc.gnu.org
Greenhills Software GmbH	Multi (Eclipse-basiert)	Windows, Solaris, Linux, HP-UX	Integrity, velOSity, ThreadX, VxWorks	www.ghs.com
IEP GmbH	RT-Debug	Windows-Plattformen ab Win95	RTOS-UH	www.iep.de
IEP GmbH	CoDeSys	Win95/98, Win-NT	RTOS-UH	www.iep.de

ENTWICKLUNGSUMGEBUNGEN FÜR EMBEDDED SYSTEMS (TEIL 2)

Hersteller	Entwicklungsumgebung	Entwicklungsplattform	Betriebssystem (Zielplattform)	Website
IEP GmbH	Crest C (C-Compiler)	Windows NT4.0, WinXP, Unix auf Anfrage	RTOS-UH	www.iep.de
LynuxWorks	Luminosity (Eclipse-basiert, GNU)	Solaris, Linux, Windows	LynxOS 5.0, LynxOS-178, LynxOS-SE RTOS	www.lynuxworks.com
Mentor Graphics Deutschland GmbH	EDGE Developer Suite (Eclipse-basiert)	alle gängigen PCs, Server und Workstations	Nucleus	www.mentor.com/germany
Micro Digital; Distributor: Embedded Tools	smsSIM (mit Visual Studio oder Borland IDE)	Windows	SMX	www.smxrtos.com, www.embedded-tools.de
Microsoft	Microsoft Visual Studio 2008	Windows	Windows Embedded Standard und Compact, Symobi, RTOS-32 etc.	www.microsoft.com/windowsembedded
PragmaDev; Distributor: Embedded-Tools	Real Time Developer Studio (UML, SDL-RT, C/C++)	Windows	VxWorks, OSE, CMX RTX, ThreadX, Win32 etc.	www.pragmadev.com
QNX Software Systems	Momentics Development Suite (Eclipse-basiert)	Windows, Linux, QNX-Hosts	Neutrino	www.qnx.com/company/germany
Radisys	Hawk und Eclipse-basiertes System	Windows, Linux	Microware OS-9	www.radisys.com/germany
Tilcon; Distributor: Embedded-Tools	Interface Development Suite (für Embedded GUIs)	Windows, Linux	VxWorks, Linux, QNX, Windows Embedded, Montavista Linux Platform	www.tilcon.com
Segger Microcontroller	IAR, Keil, GNU etc.	Windows, Linux	emBOS etc.	www.segger.com
Siemens	RMOS3-GNU (Gnu-Tools, Eclipse-basiert)	Windows 2000 und XP	RMOS3	www.siemens.de/rmos3
Sysgo AG	Codeo (Eclipse-basiert)	Linux	PikeOS, ElinOS	www.sysgo.com
TTTech Computertechnik AG	TTP-Tools	Windows	TTP-OS	www.tttech.com
Wind River Systems	Windriver Workbench (Eclipse-basiert)	Windows, Linux	VxWorks, Windriver Linux, ohne RTOS	www.windriver.com/de
Xilinx	Virtex-5 FXT70T PowerPC & MicroBlaze Processor Edition (Development Kit)	Windows, Linux	VxWorks, Integrity, ThreadX Windriver Linux, BlueCat Linux, TimeSys	www.xilinx.com

Enea, ExpressLogic, LynuxWorks, Mentor Graphics, QNX und Siemens. Deren Entwicklungsumgebungen basieren auf Eclipse.

2008 hat die Eclipse Foundation den Wind River Workbench als bestes kommerzielles Entwicklungswerkzeug gekürt, das auf dem offenen Framework basiert. Als Besonderheiten bietet die Workbench eine On-Chip-Debug-Schnittstelle, die eine Fehlersuche auf dem Chip ermöglicht. Derzeit arbeiten acht Spezialisten von Wind River ausschließlich für die Eclipse-Foundation.

Barbara Lange
ist IT-Journalistin und Inhaberin des Redaktionsbüros kurz&einfach in Lengede.

In iX extra 11/2008:

IT-Security
Unified Threat Management

Aufgrund des Appliance-Ansatzes gelten UTM-Systeme als ideal für den Schutz von kleineren und größeren IT-Umgebungen. Mittlerweile bietet diese Produktgattung nicht nur Firewalls, IDS/IPS (Intrusion Detection System, Intrusion Prevention System) und Antivirus in einer Produkt, sondern auch Funktionen wie Virtual Private Networks (VPNs), URL-, Content-Filtering-Funktionen und die Sicherstellung von Quality-of-Service-Anforderungen, zum Beispiel im Voice-over-IP-Bereich. Eine Marktübersicht verschafft den Überblick.

Erscheinungstermin: 16.10.2008

DIE WEITEREN IX EXTRAS:

Ausgabe		Thema	Erscheinungstermin
12/08	Storage	Backup-Software	20. 11. 08
01/09	Networking	Hosting-Provider	18. 12. 08
02/09	Embedded Systems	Industrie-PCs	22. 01. 09